

The biogeochemical cycle of dissolved aluminium in the Atlantic Ocean



Dissertation

vorgelegt von

Jan-Lukas Menzel Barraqueta

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Naturwissenschaften

- Dr. rer. nat. –

an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

1. Gutachter: Prof. Dr. Eric P. Achterberg

2. Gutachter: Prof. Dr. Martin Frank

Tag der Disputation: 01.06.2018

Kurzfassung

Gelöstes Aluminium (dAl, „dissolved“) ist das am häufigsten vorkommende Metall in der Erdkruste, es übernimmt nach heutigem Kenntnisstand jedoch keinerlei biologische Funktion. Gelöstes Al wird von verschiedenen Quellen in den Ozean eingetragen, vornehmlich durch atmosphärischen Niederschlag, Fluss-, Sediment und hydrothermalen Eintrag. Der größte Entzug von dAl in Meerwasser erfolgt über Adsorption an Partikeln, welche absinken und letztendlich am Meeresboden begraben werden. Die dAl-Konzentration im Meerwasser findet als Indikator für lithogenen ozeanischen Eintrag Verwendung. Ausgehend von dessen Oberflächenkonzentrationen können Berechnungen zu Flussmengen atmosphärischen Eintrags angestellt werden - lithogener Eintrag allgemein ist eine bedeutende Quelle für Mikronährstoffe. Diese Bestimmung von Flussmengen ist allgemein als schwierig zu betrachten. Sie sind mit großer Unschärfe hinsichtlich des Mechanismus der Eintragswege und aufgrund der Saisonalität aerosolbedingter Niederschläge behaftet. Daher ist es entscheidend den Mechanismus zu untersuchen, der dem Eintrag und auch der Abförderung von dAl zu Grunde liegt. Die Arbeit der hier vorliegenden Dissertation konzentriert sich auf den biogeochemischen Zyklus des dAl im Oberflächenwasser und der Wassersäule des Atlantischen Ozeans allgemein. Kapitel 3 präsentiert den bisher umfangreichsten, hochauflösenden Datensatz des gelösten Al (vertikal wie lateral) im Nord-Atlantischen Ozean und der Labradorsee. Letztere ist durch große Algenblüte gekennzeichnet – Diatomeen, die nach dieser Studie maßgeblich dazu beitragen, dAl in die partikuläre Phase zu tragen. Die hier dargestellten Transekte des Nordatlantiks und der Labradorsee zeigen eine Verteilung des dAl, das dem eines recycelten Nährstoffs entspricht. Ein

Befund, der von anderen Regionen des Atlantischen Ozeans abweicht und eher mit der Oberflächenaufnahme durch Diatomeen und deren Frustul-Zersetzung in größerer Tiefe in Verbindung zu stehen scheint. Kapitel 4 diskutiert die mögliche Verwendung des dAl als Marker für atmosphärischen Eintrag innerhalb vier verschiedener Regionen des Atlantischen Ozeans. Die untersuchten Gebiete zeigen regionale Unterschiede in der Oberflächenkonzentration, die eine Konsequenz verschiedener Quellen und Senken ist. Insgesamt füllt der Datensatz des vierten Kapitels Lücken von eingeschränkter Genauigkeit des dAl und des Atmosphäreintrags, die bisher für die entsprechenden Regionen hingenommen werden musste. Diese erweiterten Datensätze stellen eine Basislinie für zukünftige Studien wie Modellierungen dar und können zum Testen und Verbessern der biogeochemischen Mechanismen des dAl im Oberflächenwasser Verwendung finden. Der auf dieser Grundlage berechnete atmosphärische Teilchenflusseintrag ist in guter Übereinstimmung mit entsprechenden Modellierungsversuchen. Allerdings besteht wenig Übereinstimmung zu vorangegangenen Studien für Regionen, die durch erhöhten nicht-mineralischen Eintrag und/oder durch verstärkten Abtransport an suspendierten Partikeln gekennzeichnet sind. Kapitel 5 untersucht die Verteilung des dAl innerhalb der Congo-Flussfahne des südöstlichen Atlantischen Ozeans. Dieser Region wurde bisher probentechnisch wenig Beachtung geschenkt, sodass der vorgestellte dAl-Datensatz nicht nur der längste innerhalb der Region ist, sondern erstmalig auch den Einfluss des Congoflusses bis in 1300 km Entfernung zur Flussmündung abzeichnet. Der Congo dAl-Eintrag verhält sich konservativ. Es besteht eine große Korrelation zwischen dAl-Konzentration und Salinität. Die Studie berechnet abschließend den dAl-Materiefluss und kommt zu dem Ergebnis, dass der

Congo ca. 7,5% des jährlich-weltweiten Flusseintrags an dAl in den Ozean zur Folge hat.

Diese Studie zeigt Prozesse auf, die der Verteilung des dAl im Nord-Atlantischen Ozean, dem tropischen Atlantik, dem südöstlichen wie auch dem südlichen Atlantik zu Grunde liegen. Des Weiteren wurden atmosphärische als auch fluviale, ozeanische dAl-Einträge bestimmt.